

FERROELECTRIC CRYSTAL ELEMENT AND SECOND HARMONIC GENERATING ELEMENT FORMED BY USING THE SAME

Publication number: JP5313221

Publication date: 1993-11-26

Inventor: UJIIE KOJI; MORI KOJI; IJIMA YOSHIHIKO

Applicant: RICOH KK

Classification:

- international: G02B6/12; G02F1/35; G02F1/355; G02F1/37; H01S3/06; H01S3/109;
G02B6/12; G02F1/35; H01S3/06; H01S3/109; (IPC1-7): G02F1/37;
G02B6/12; G02F1/35; H01S3/109

- European:

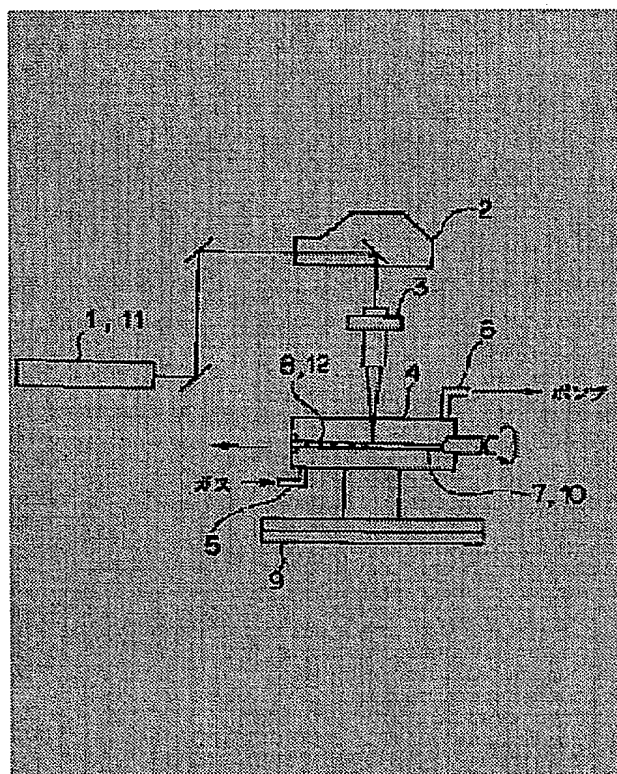
Application number: JP19920144758 19920511

Priority number(s): JP19920144758 19920511

Report a data error here

Abstract of JP5313221

PURPOSE: To obtain the ferroelectric crystal element which can easily form a polarization inversion structure of a high resolving Power with good accuracy without using a intricate process for a crystal having an arbitrary shape by depositing a thin film of a doping element on a dielectric crystal by using a laser deposition method and subjecting the film to a heat treatment. **CONSTITUTION:** An LN single crystal fiber 7 is irradiated with a laser beam from a KrF excimer laser 1 via an objective lens 3 of a UV microscope 2 of a laser deposition device. TiCl_4 is used as a reactive gas for imparting the doping element Ti and the LN single crystal fiber 7 is irradiated with 200 pulses of the laser beam of 3nJ/pulse energy by directing the +C axis of the fiber upward (laser beam side) and thereafter, a precision X-stage 9 is moved by 12μm and the fiber is again irradiated with 200 pulses of the laser beam. The above-mentioned operations are repeated. Consequently, the LN fiber 7 deposited at 6μm width in the +C direction at 12μm interval is obtd. This LN fiber 7 is heat treated for 5 hours at 1050 deg.C, by which the ferroelectric crystal element of the polarization inversion structure having 12μm period is obtd.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-313221

(43)公開日 平成5年(1993)11月28日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/37		7246-2K		
G 0 2 B 6/12		J 7036-2K		
		N 7036-2K		
G 0 2 F 1/35	5 0 5	7246-2K		
H 0 1 S 3/109		8934-4M		

審査請求 未請求 請求項の数5(全 4 頁)

(21)出願番号 特願平4-144758

(22)出願日 平成4年(1992)5月11日

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 氏家 孝二

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(72)発明者 森 孝二

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(72)発明者 飯島 喜彦

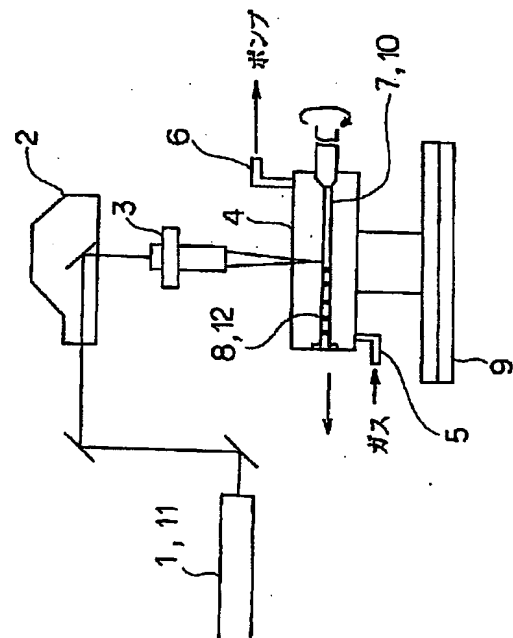
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(54)【発明の名称】 強誘電体結晶素子及びそれを用いた第二高調波発生素子

(57)【要約】

【目的】 レーザデポジション法を用いて任意の形状の強誘電体結晶に煩雑なプロセスを用いずに容易に、精度よく、高分解能の分極反転構造を形成できる強誘電体結晶素子及びそれを用いた第二高調波発生素子を提供する。

【構成】 強誘電体結晶上にドーピング元素を含む反応性ガスを用い、レーザデポジション法により前記ドーピング元素の薄膜を形成し、これを所定温度で所定時間熱処理を施して前記強誘電体結晶上に部分的分極反転構造を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 強誘電体結晶上にドーピング元素を含む反応性ガスを用い、レーザデポジション法により前記ドーピング元素の薄膜を形成し、この薄膜を形成された強誘電体結晶に対して所定温度で所定時間熱処理を施して前記強誘電体結晶上に部分的分極反転構造を形成したことを特徴とする強誘電体結晶素子。

【請求項2】 強誘電体結晶素子が導波路構造を形成することを特徴とする請求項1記載の強誘電体結晶素子。

【請求項3】 導波路がファイバー型または平面型であることを特徴とする請求項1記載の強誘電体結晶素子。

【請求項4】 前記強誘電体結晶素子はニオブ酸リチウムまたはタンタル酸リチウムであることを特徴とする請求項1記載の強誘電体結晶素子。

【請求項5】 請求項1、2記載の部分的反転構造を有する導波路型の強誘電体結晶素子を用いた第二高調波発生素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は部分的分極反転構造を有する強誘電体結晶素子およびそれを用いた第二高調波発生素子（SHG素子）に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、周期的分極反転強誘電体結晶素子およびこれを用いた疑似位相整合により第二高調波発生などの非線形な相互作用に関してその効率を改善する多くの方法が報告されている。それらの方法のうちで、例えば、第二高調波出力がコヒーレンス長（非線形分極波と光波との間の可干渉距離）ごとに極大極小を繰り返すことに着目して分極波の符号を交互に反転して、すなわち見かけの位相整合（疑似位相整合）をとり、第二高調波出力（SHG）を増加させる方法、すなわち周期的分極反転構造によるSHG増強の方法がある。これは例えば、伊藤、光学、19、373（1990）、栗村他、第38回春季応物連合講演会、28a-SF-4（1990）、山本他、同上、28a-SF-11（1990）、竹重他、同上、28a-SF-12（1990）に示されている。

【0003】 特に、ニオブ酸リチウム（ LiNbO_3 ）やタンタル酸リチウム（ LiTaO_3 ）などの強誘電体結晶に分極反転構造を形成する多くの方法が知られている。このような強誘電体結晶では電場と熱（キュリー点以下）を用いて分極反転を行なうことができるが、その他光導波路に関連して有効な方法として次のようなものがある。

①ニオブ酸リチウム結晶にTiをドーブすることにより分極を反転させる方法。これは例えば、S. Miyazawa, J. Appl. Phys., 50, 4599（1979）に示されている。

②また、ニオブ酸リチウム結晶に SiO_2 を堆積し、加熱処理する方法として、例えば、J. Webjorn et al., CLEO '89 PD10や藤村他、第38回春季応物連合講演会、

28a-SF-14（1990）などが知られており、③プロトン交換によりニオブ酸リチウムおよびタンタル酸リチウム結晶上に分極反転構造を形成する方法として、例えば、K. Nakamura et al., Appl. Phys. Lett., 56, 1535（1990）や水内他、第38回春季応物連合講演会、28a-SF-13（1990）が知られており、さらに④レーザ加熱ペDESTAL成長法によりニオブ酸リチウム単結晶ファイバーに周期的分極反転構造を形成するものとして、例えば、Y. S. Luh et al., J. Cryst., Growth, 85, 264（1987）やR. L. Byer, Laser Focus World, March, 77（1989）、M. M. Fejer et al., SPIE 1148 Nonlinear Optical Properties of Materials, 213（1989）が知られている。

【0004】 さらに、レーザデポジション法に関して、例えば、オプトロニクスNo. 8乃至No. 11に「半導体製造プロセスにおける光技術」（1985）やD. J. Ehrlich et al., J. Vac. Sci. Technol. B, 1, 969（1983）に総説が示してある。また、周期的分極反転構造を用いたSHG素子に関して、例えば、上記R. L. Byer及びM. M. Fejer et al.の他に伊藤、光学、19、373（1990）や、栗村他、第38回春季応物連合講演会、28a-SF-4（1990）、山本他、同上、28a-SF-11（1990）、竹重他、同上、28a-SF-12（1990）などが知られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、以上に示した従来の非線形素子の改良に関する従来の方法には次のような問題点がある。

①上記電場を印加する方法では電極を設ける必要があり、その場合 μm オーダーの部分に多数の分極反転領域を形成することが非常に難しく、さらにその後不要な電極を除去しなければならず、困難であり煩雑である。

②例えば、ニオブ酸リチウム（ LiNbO_3 ）にTiをドーブする方法の場合、Ti薄膜をリフトオフ法などのリソグラフィ的的手法により形成するため結晶が平板形に限られ、光ファイバーや三次元的広がりを持つ結晶には適用できない。

③レーザ加熱ペDESTAL成長法により単結晶ファイバーに周期的分極反転構造を形成する場合、周期パターンの精度が（加熱法のため）出にくく、ファイバー径 $50\mu\text{m}$ （以上）、周期 $2\mu\text{m}$ （以上）が限界とされている。さらに、この方法はファイバー以外への適用が困難という問題点がある。

④ニオブ酸リチウム（LN）やタンタル酸リチウム（LT）をプロトン交換法で分極反転する場合も使用するマスク（金属マスクが多い）はリソグラフィ的的手法により作製されることから、ファイバーなどに対する適用は困難である。さらに、

⑤リソグラフィ的的手法は、例えばTiのリフトオフを例にとっても、レジスト塗布→露光→現像→Tiデポジション→剥離のプロセスには煩雑なプロセスが必要とい

う問題点がある。

【0006】以上に示した従来の方法の問題点に鑑み、本発明は、レーザデポジション法を用いることにより任意の形状の結晶に煩雑なプロセスを用いずに、容易に精度よく高分解能の分極反転構造を形成できる強誘電体結晶素子を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明による強誘電体結晶素子は、強誘電体結晶上にドーピング元素を含む反応性ガスを用い、レーザデポジション法により前記ドーピング元素の薄膜を形成し、この薄膜を含む強誘電体結晶に対して所定温度で所定時間熱処理を施して当該強誘電体結晶上に部分的分極反転構造を形成したものである。

【0008】さらに、本発明による強誘電体結晶素子は、導波路構造を有し、この導波路構造がファイバー型または平面型をなすものである。

【0009】さらに、本発明による強誘電体結晶素子は、前記強誘電体結晶がニオブ酸リチウム(LN)として与えられるものである。また、タンタル酸リチウム(LT)として与えられるものである。

【0010】さらに、本発明による第二高調波発生素子は上記の部分的分極反転構造を有する導波路型強誘電体結晶を用いたものである。

【0011】

【作用】上記のように構成された本発明による強誘電体結晶素子においては、レーザデポジション法を用いることにより煩雑なプロセスを必要とせず任意の形状の強誘電体結晶上に容易にかつ高精度、高分解能(回折限界以下まで可能)に分極反転構造を形成することができる。

【0012】さらに、本発明による強誘電体結晶素子はファイバー型導波路の形成に特に好適である。

【0013】さらに、本発明による強誘電体結晶素子においては、ニオブ酸リチウム(LN)の場合、従来Tiドーピングが困難であったファイバー型にまでTiドーピング分極反転を拡張することができる。また、タンタル酸リチウム(LT)の場合、適切なマスクをデポジションにより形成することにより高分解、高精度、高品質の周期的分極反転を比較的容易に実現することができる。

【0014】さらに、本発明による強誘電体結晶素子の周期的分極反転構造を用いることにより疑似位相整合(QPM: Quasi Phase Matching)による第二高調波発生素子(SHG素子)を形成することができる。

【0015】

【実施例】次に、本発明による周期的分極反転強誘電体結晶素子の実施例について説明する。

実施例1

図1は本発明が用いるレーザデポジション法を実施する装置を示す概略断面図である。図において、1はレーザ

デポジションのためのレーザ装置で、本実施例の場合は248nm、最大パルスエネルギー100mJ(5Hz)のKrFエキサイマーレーザ、2はこのエキサイマーレーザ1からのレーザ光を後述の試料に照射する顕微鏡、3はその対物レンズ、4は反応室、5はこの反応室にドーピング元素を含有する反応性ガスを導入するガス導入口、6は前記反応室4を図示しないポンプにより真空にする真空排気口、7は本発明による強誘電体結晶を形成するための単結晶ファイバー、8はこの単結晶ファイバー7上に本発明により形成された堆積Ti、9は前記単結晶ファイバー7を移動させる精密Xステージである。上記のように構成されたレーザデポジション装置において、10μmφLN単結晶ファイバー7を反応室4中の回転自在精密Xステージ9に固定する。次に、KrFエキサイマーレーザ1からのレーザ光を紫外顕微鏡2の対物レンズ3を介してLN単結晶ファイバー7に照射した。このときのLN単結晶ファイバー7上でのレーザ光のスポット径は約6μmであった。ドーピング元素Tiを与える反応性ガスとしてはTiCl₄(0.3 Torr)を用い、LN単結晶ファイバー7の+C軸を上向き(レーザ光側)にし、3nJ/パルスエネルギーのレーザ光を200パルス照射し、その後12μmだけ精密Xステージ9を移動させ、再度レーザ光を200パルス照射し、これを反復する。この結果、12μm間隔で6μm幅の+C方向Ti堆積LNファイバー7が得られた。このLNファイバー7を1050℃で5時間熱処理することにより12μmの周期を有する分極反転が形成されたLNファイバー7が得られた。

【0016】実施例2

実施例1と同じ装置において、Z-カット500μm厚のLT基板10を反応室4に設定し、反応性ガスとしてTaCl₅を、レーザ光源としてXeClエキサイマーレーザ11あるいは366nm水銀LTを用い照射光強度と照射時間、LT基板10の移動速度を調節して幅3μm、ピッチ6μm、厚さ200ÅのTa薄膜12が得られた。さらに、このTa薄膜12をマスクとしてピロリン酸中で260℃、15分間プロトン交換した後、590℃、1時間の熱処理を施すことにより周期的分極反転パターンのLT平面結晶が得られた。

【0017】実施例3

実施例1で得られたLNファイバー7(10nm長)に1.32μmのレーザ光を入射させるとその出力端で0.66μmの赤色レーザ光が観察された。さらに、実施例2で得られたLT平面結晶にさらにプロトン交換法により導波路を形成し、プリズムカップラーを通して0.84μmのレーザ光を入射させると、その端面から0.42μmの青色レーザ光が得られた。

【0018】

【発明の効果】以上示したように、本発明によれば、レーザデポジション法を用いて強誘電体結晶にドーピング

元素の薄膜を堆積させて熱処理を施すことにより、任意形状の強誘電体結晶に複雑なプロセスを必要とせずに分極反転構造を容易に、精度よく、かつ高分解能（回折限界以下まで可能）で形成できる効果があり、またファイバー型導波路の形成に好適に用いることができる効果がある。また、強誘電体結晶としてニオブ酸リチウム（LN）を用いることにより、従来Tiドーピングが困難であったファイバー型にまでTiドーピング分極反転を拡張でき、また、タンタル酸リチウム（LT）を用い適切なマスクをデポジションとすることにより、高分解能、高精度、高品質の周期的分極反転を比較的容易に実現できる効果がある。さらに、本発明による周期的分極反転構造を用い疑似位相整合を利用することにより、容易かつ安定に第二高調波発生（SHG）素子を得ることができる効果がある。

*

*【図面の簡単な説明】

【図1】本発明において用いられるレーザーデポジション法を実施する装置を示す概略断面図である。

【符号の説明】

- 1, 11 レーザ
- 2 顕微鏡
- 3 対物レンズ
- 4 反応室
- 5 ガス導入口
- 6 真空排気口
- 7 単結晶ファイバー
- 8 堆積Ti
- 9 精密Xステージ
- 10 LT基板
- 12 Ta薄膜

【図1】

